

Związany jest z tym zarówno niski stopień krystaliczności włókien bez nanododatku 31%, jak i jeszcze niższy stopień krystaliczności włókien nanokompozytowych na poziomie 24–27%.

Właściwości wytrzymałościowe włókien alginianowych uzależnione są od struktury wytworzonej w etapie zestalania, wartości naprężeń w poszczególnych etapach procesów deformacyjnych oraz od wielkości rozciągu całkowitego. W przypadku włókien zawierających MMT, dodatkowym pozytywnie działającym czynnikiem jest częściowa eksfoliacja pakietów MMT. Z wprowadzeniem do tworzywa włókien alginianowych różnego typu ceramicznych nanododatków związane jest obniżenie podatności na deformację, co skutkuje ich niższymi od 2 do 6 cN/tex właściwościami wytrzymałościowymi w porównaniu do włókien bez nanododatku.

Podziękowania

Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2008-2010 w ramach projektu badawczo-habilitacyjnego 3809/B/T02/2008/35.

Piśmiennictwo

- [1]. Kong, H.J.; Kaigler, D.; Kim, K.; Mooney, D.J. *Biomacromolecules* 2004, 5, 1720
- [2]. Draget, K.I.; Skjåk-Brück, G.; Simdsrød, O. *Int. J. Biol. Macromol.* 1997, 21, 47
- [3]. Mřrch, Y.A.; Donati, I.; Strand, B.L.; Skjåk-Brück, G. *Biomacromolecules* 2007, 8, 2809
- [4]. Hashimoto, T.; Suzuki, Y.; Yamamoto, E.; Tanihara, M.; Kakimaru, Y.; Suzuki, K.; *Biomaterials* 2004, 25, 1407
- [5]. Bouhadir, K.H.; Lee, K.Y.; Alsberg, E.; Damm, K.L.; Anderson, K.W.; Mooney, D.J. *Biotechnol. Prog.* 2001, 17, 945
- [6]. Alsberg, E.; Anderson, K.W.; Albeiruti, A.; Franceschi, R.T.; Mooney, D.J. *J.Dent. Res.* 2001, 80, 2025
- [7]. Chung, T.W.; Yang, J.; Akaike, T.; Cho, K.Y.; Nah, J.W.; Kim, S.I.; Cho, C.S. *Biomaterials* 2002, 23, 2827

box” structure. This is connected both with the low degree of crystallinity of fibres without nanoadditive (31%), and the even lower degree of crystallinity of nanocomposite fibres (24–27%).

The strength properties of alginate fibres depend on the structure formed at the solidification stage, the values of the stresses at particular stages of the deformation processes, and the value of the total stretch. In the case of fibres containing MMT, an additional positively acting factor is the partial exfoliation of the MMT packets. The introduction of various types of ceramic nanoadditive into the material of the alginate fibres is associated with a reduction in deformability, a result of which is that their strength properties are between 2 and 6 cN/tex lower than in the case of fibres without nanoadditive.

Acknowledgement

Research financed by the Minister of Science and Higher Education in 2008-2010 as project No. 3809/B/T02/2008/35.

References

- [8]. Nie, H.; He, A.; Zheng, J.; Xu, S.; Li, J.; Han, Ch.C. *Biomacromolecules* 2008, 9, 1362
- [9]. Boguń, M.; Mikołajczyk, T.; Rabiej, S. *J Appl Polym Sci* 2009, 114, 70
- [10]. Boguń, M.; Rabiej, S. The influence of fibre formation conditions on the structure and properties of nanocomposite alginate fibres containing tricalcium phosphate or montmorillonite *J Polym Composite* - w druku
- [11]. Boguń, M. Nanocomposite calcium alginate fibres containing SiO₂ and bioglass, *Polym Biull* - w druku
- [12]. Sikorski, P.; Frode, M.; Skjåk-Brück, G.; Stokke, B.T. *Biomacromolecules* 2007, 8, 2098
- [13]. Fabia, J.; Ślusarczyk, C.; Gawłowski, A.; Graczyk, T.; Włochowicz, A.; Janicki, J. *Fibres Text Estern Eur* 2005, 13, 114

WPŁYW ILOŚCI HYDROKSYAPATYTU NA WŁAŚCIWOŚCI NANOKOMPOZYTOWYCH WŁÓKIEN PAN

GRZEGORZ SZPARAGA*, TERESA MIKOŁAJCZYK

KATEDRA WŁÓKIEN SZTUCZNYCH, WYDZIAŁ TECHNOLOGII MATERIAŁOWYCH I WZORNICTWA TEKSTYLÓW, POLITECHNIKA ŁÓDZKA
*MAILTO: GRZEGORZ.SZPARAGA@GMAIL.COM

Streszczenie

W pracy zbadano wpływ ilości nanododatku na właściwości nanokompozytowych włókien PAN zawierających hydroksyapatyt. Otrzymane włókna charakteryzują się wytrzymałością dochodzącą do 38,45 cN/tex oraz podwyższoną porowatością.

Słowa kluczowe: włókna prekursorowe, nanododatki.

[*Inżynieria Biomateriałów, 89-91, (2009), 193-197*]

EFFECT OF QUANTITY OF HYDROXYAPATITE ON THE PROPERTIES OF PAN NANOCOMPOSITE FIBRES

GRZEGORZ SZPARAGA*, TERESA MIKOŁAJCZYK

DEPARTMENT OF MAN MADE FIBRES, FACULTY OF MATERIAL TECHNOLOGIES AND TEXTILE DESIGN, TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ
*MAILTO: GRZEGORZ.SZPARAGA@GMAIL.COM

Abstract

This paper explores the influence of the quantity on the properties of nanocomposite PAN fibres containing hydroxyapatite.

The fibres obtained were characterized by a tensile strength of 38,45 cN/tex and an increased porosity.

Key words: precursor fibres, nanoadditives.

[*Engineering of Biomaterials, 89-91, (2009), 193-197*]

Zastosowanie nanokompozytu poliakrylonitrylu (PAN) i hydroksyapatytu (HAp), jako prekursora do otrzymywania włókien węglowych, stwarza możliwość otrzymania nowej generacji nanokompozytowych materiałów węglowych do zastosowań medycznych. Włókna węglowe od lat wykorzystywane są w medycynie (ze względu na wysokie właściwości wytrzymałościowe oraz biogodność z tkankami) w postaci kompozytów węglowo-polimerowych jako łączniki, płytki i śruby [1]. Hydroksyapatyt natomiast jest materiałem budową zbliżoną do substancji nieorganicznej kości, charakteryzującym się wysoką biogodnością w stosunku do tkanek i kości [1]. Stosowany jest on między innymi do wytwarzania implantów [1], jak również jest наносzony na powierzchnię implantów w celu polepszenia ich biogodności i lepszego zespolenia z tkanką kostną [2].

Połączenie obu tych materiałów w formie nanokompozytowych włókien poliakrylonitrylowych [3, 4], a następnie otrzymanie na ich bazie włókien węglowych umożliwiło otrzymanie nowego typu materiału implantacyjnego wykazującego korzystne z punktu widzenia medycyny właściwości [5].

Ponadto, jak to wykazały prace [3, 4], włókna prekursorowe zawierające 3% hydroksyapatytu charakteryzowały się szeregiem interesujących właściwości. Zaobserwowano bowiem wzrost porowatości jak również wzrost stopnia krystaliczności tego typu włókien w porównaniu do włókien niezawierających nanododatku. Interesujące wyniki tych prac skłoniły autorów niniejszej pracy do kontynuacji badań, celem określenia wpływu ilości nanododatku HAp na strukturę porowatą i właściwości wytrzymałościowe nanokompozytowych włókien PAN.

Materiały i metody badawcze

Do sporządzenia roztworów przedzalniczych PAN w dwumetyloformamidzie (DMF) stosowano kopolimer statystyczny trójskładnikowy produkcji węgierskiej firmy Zoltek.

Lepkość istotna kopolimeru wyznaczona w temperaturze 20°C w DMF-ie wynosiła 1,29dl/g.

Polidispersyjność wyznaczono metodą chromatografii żelowej i wynosiła $M_w/M_n=3,1$.

W pracy stosowano hydroksyapatyt otrzymany w AGH Kraków.

Rozkład wielkości nanosrebra badany był przy użyciu aparatu Zetasizer Nano-ZS firmy Malvern Inc. wykorzystującego do tego celu technikę dynamicznego rozpraszania światła laserowego (Dynamic Light Scattering). Metoda pomiarowa bazuje na ruchach Browna cząstek w cieczy i pozwala na pomiar cząstek o średnicach (równoważnych) od 0,1nm do ok. 6 μ m zarówno w środowisku wodnym jak i niewodnym.

Analizując rozkład wielkości cząstek hydroksyapatytu stwierdzono, iż prawie 98% próbki stanowią cząstki z przedziału wielkości 100-800nm. Maksimum tego przedziału przypada na wartość 82 nm.

Właściwości reologiczne roztworów przedzalniczych oznaczano przy zastosowaniu reometru rotacyjnego Anton Paer. Pomiar przeprowadzono w zakresie szybkości ścinania 0,2–200s⁻¹ w temperaturze 20°C. Parametry reologiczne „n” i „k” wyznaczono na podstawie krzywych płynięcia.

Wytrzymałość właściwą przy zerwaniu wyznaczano dla wiązki włókien według Normy PN-EN-ISO-268:1997, przy użyciu maszyny wytrzymałościowej typu Instron.

Porowatość włókien oznaczono metodą porozymetrii rtęciowej stosując porozymetr Carlo-Erba sprzężony z systemem komputerowym, umożliwiającym oznaczenie

Introduction

The use of polyacrylonitrile (PAN) and hydroxyapatite (HAp) nanocomposite, as a precursor to the obtaining of carbon fibres, is an opportunity to produce a new generation of nanocomposite carbon materials with medical applications. Carbon fibres have been used in medicine for many years (due to their high strength properties and biocompatibility with tissue) in the form of carbon-polymer composites, as connectors, plates and screws [1]. Hydroxyapatite, in turn, is a material with a structure similar to an inorganic bone substance, displaying high biocompatibility with tissues and bone [1]. Its uses include the making of implants [1], and it is also applied to the surface of implants to improve their biocompatibility and combination with bone tissue [2].

The combination of these two materials in the form of nanocomposite polyacrylonitrile fibres [3, 4], then used to obtain carbon fibres, has made it possible to produce a new type of implant material whose properties are favourable from the medical point of view [5].

Moreover, as work has shown [3, 4], precursor fibres containing 3% hydroxyapatite demonstrate a number of interesting properties. Increased porosity has been observed, as well as an increase in the degree of crystallinity of fibres of this type compared with fibres not containing nanoadditive. The interesting results of this work encouraged the present authors to continue these investigations in order to determine the effect of the quantity of HAp nanoadditive on the porous structure and strength properties of PAN nanocomposite fibres.

Materials and methods

For the preparation of spinning solutions of PAN in dimethylformamide (DMF) a triple-component statistical copolymer from the Hungarian firm Zoltek was used. The intrinsic viscosity of the copolymer determined at a temperature of 20°C in DMF was 1.29dl/g.

Polydispersivity was determined by gel chromatography and amounted to $M_w/M_n=3.1$.

The hydroxyapatite used was obtained at AGH Kraków.

The size distribution of nanosilver was investigated with a Zetasizer Nano-ZS apparatus from Malvern Inc., using a Dynamic Light Scattering technique. The measurement method is based on Brownian motion of particles in fluid, and enables the measurement of particles of (equivalent) diameters from 0.1nm to c. 6 μ m in both aqueous and non-aqueous environments.

Analysing the size distribution of hydroxyapatite particles it was found that almost 98% of the sample consisted of particles in the size range 100–800nm. The maximum of this range is at 82nm.

The rheological properties of spinning solutions were found using an Anton Paer rotary rheometer. Measurements were carried in within a shearing velocity range of 0.2–200s⁻¹ at a temperature of 20°C. The rheological parameters n and k were determined from the flow curves.

The intrinsic tearing strength was determined for bundles of the fibres in accordance with the PN-EN-ISO-268:1997 standard, using an Instron strength-testing machine.

The porosity of the fibres was found by mercury porosimetry, using a Carlo-Erba porosimeter connected to a computer system, enabling determination of total pore volume, proportion by volume of pores in the size range 5–7500nm, and the total internal surface area of pores.

The fibres were formed according to the method described in [6].

całkowitej objętości por, udziału objętościowego por o rozmiarach z zakresu 5–7500nm oraz całkowitej powierzchni wewnętrznej por.

Włókna formowano zgodnie z metodyką podaną w pracy [6].

Dyskusja wyników

Właściwości reologiczne płynów przędzalniczych decydują o rozkładzie prędkości podczas przepływu płynu przędzalniczego w kanalik filiera, efekcie rozszerzenia strugi po wyjściu z kanalika oraz rozkładzie prędkości i podłużnego gradientu prędkości zmieniających się wzdłuż drogi formowania. Decydują także o stabilności procesu formowania. Właściwości reologiczne płynu i wartości parametrów reologicznych n i k uzależnione są także od obecności w nim różnego rodzaju nanododatków [6]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż obecność nanododatku w roztworze przędzalniczymi w ilości 1, 3 i 5% nie powoduje zmiany charakteru płynów. Badane roztwory pozostają cieczami nienewtonowskimi rozrzedzonymi ścinaniem bez granicy płynięcia. Wartość parametru reologicznego n , ulega nieznacznym zmianom. Obserwuje się natomiast niewielki spadek wartości parametru reologicznego k , opisującego konsystencję roztworu, związany z wprowadzeniem nanododatku do roztworu. W przypadku roztworów zawierających hydroksyapatyt wartość tego parametru wynosiła w przybliżeniu 23 natomiast dla roztworu niezawierającego nanododatku wynosiła odpowiednio 25,1.

Na podstawie przeprowadzonych badań wpływu ilości hydroksyapatytu na właściwości nanokompozytowych włókien poliakrylonitrylowych stwierdzono, iż właściwości wytrzymałościowe otrzymanych włókien zawierają się w granicach od 35,42 do 38,45cN/tex, przy czym najniższą wartość wytrzymałości właściwej wykazują włókna zawierające 5% nanododatku. Wytrzymałość włókien niezawierających nanododatku, formowanych w analogicznych warunkach wynosi odpowiednio 39,12cN/tex. Obserwowane różnice w wartości wytrzymałości właściwej otrzymanych włókien związane są głównie z wartością rozciągu całkowitego, któremu zostały poddane włókna w etapie ich wytwarzania i nadaną w tym etapie orientacją elementów struktury włókien. Najwyższą wytrzymałość, na poziomie 39,12cN/tex, wykazują bowiem włókna niezawierające nanododatku, dla których wartość rozciągu całkowitego wynosiła 844%.

Spośród włókien nanokompozytowych najwyższą wytrzymałość wynoszącą 38,45cN/tex wykazują włókna PAN H2 zawierające 3% nanododatku. Najniższą wytrzymałością charakteryzują się natomiast włókna o symbolu PAN H3, dla których wartość tego wskaźnika wynosi 35,42 cN/tex.

Analizując wartości deformacji nadanych włóknom na poszczególnych etapach procesu rozciągania zaobserwować można, iż w przypadku włókien zawierających hydroksy-

Discussion of results

The rheological properties of spinning liquids determine the distribution of velocities when the liquid flows in the channel of the spinning nozzle, the effect of widening of the stream after leaving the channel, and the distribution of velocities and lengthwise gradient of velocity as it varies along the forming route. They also determine the stability of the forming process. The rheological properties of the liquid and the values of the rheological parameters n and k also depend on the presence in it of various types of nanoadditives [6]. Based on the tests carried out it was found that the presence of nanoadditive in the spinning solution in quantities of 1, 3 and 5% did not cause a change in the nature of the liquids. The considered solutions remain non-Newtonian fluids diluted by shearing without flow boundary. The value of the rheological parameter n experiences slight changes. A small fall is observed in the value of the rheological parameter k (which describes the consistency of the solution) when nanoadditive is introduced into the solution. In the case of solutions containing hydroxyapatite, the value of this parameter was close to 23, while for a solution not containing nanoadditive the corresponding value was 25.1.

Based on investigations of the effect of hydroxyapatite on the properties of polyacrylonitrile nanocomposite fibres it was found that the strength properties of the fibres obtained were within the range 35.42 to 38.45 cN/tex, the lowest value of intrinsic strength being obtained for fibres containing 5% nanoadditive. The strength of fibres not containing nanoadditive, formed in analogous conditions, was 39.12cN/tex. The observed differences in the intrinsic strength value of the obtained fibres are chiefly connected with the value of the total stretch to which the fibres were subjected at the stage of their production and the orientation of elements of the fibre structure applied at that stage. The highest strength, 39.12cN/tex, was displayed by fibres not containing nanoadditive, for which the value of the total stretch was 844%.

Among the nanocomposite fibres, the highest strength (38.45 cN/tex) was obtained for PAN H2 fibres containing 3% nanoadditive. The lowest strength value was that of the fibres denoted PAN H3, equal to 35.42cN/tex.

Analysing the deformations applied to the fibres at various stages of the stretching process, it can be observed that in

Symbol próbki Sample symbol	Ilość nanododatku Amount of nanoadditive [%]	Parametry reologiczne roztworów przędzalniczych Rheological parameters of spinning solutions		Rozciąg w kąpieli plastykacyjnej Drawing in plasticization batch [%]	Rozciąg w parze Drawing in steam [%]	Rozciąg całkowity Total drawing [%]	Wytrzymałość właściwa Tenacity [cN/tex]	Wydłużenie przy zerwaniu Elongation at break [%]	Całkowita objętość por Total volume of pores [cm ³ /g]	Powierzchnia wewnętrzna Total internal surface [m ² /g]
		n	k							
P 3	0	0,96	25,10	196	218	844	39,12	11,23	0,316	6,578
PAN H1	1	0,973	22,92	233	159	764	37,85	11,83	0,531	52,035
PAN H2	3	0,966	23,08	265	147	805	38,45	11,21	0,317	25,027
PAN H3	5	0,959	23,01	276	128	757	35,42	11,45	0,525	61,576

TABELA 1. Parametry reologiczne roztworów przędzalniczych i właściwości włókien z nich otrzymanych.

TABLE 1. Rheological parameters of spinning solutions and properties of the fibres obtained from them.

apatyt zdecydowanie większą podatność na deformację wykazywały one w pierwszym etapie rozciągania. W przypadku włókien niezawierających nanododatku większą wartość deformacji uzyskiwano w drugim etapie procesu rozciągania. Świadczyć to może o tym, iż w przypadku włókien zawierających hydroksyapatyt, struktura tych

włókien kształtuje się głównie już podczas pierwszego etapu ich rozciągania. Ponadto struktura ta jest na tyle zwarta, iż podczas drugiego etapu rozciągania wartość możliwej do nadania deformacji jest zdecydowanie niższa, niż w przypadku włókien niezawierających nanododatku.

Z analizy struktury porowatej otrzymanych włókien wynika, iż z wprowadzeniem do tworzywa włókien PAN hydroksyapatytu związane jest znaczące zwiększenie powierzchni wewnętrznej włókien (od wartości 6,578m²/g – włókna bez nanododatku, do wartości 61,567m²/g – próbka PAN H3). Wzrostowi powierzchni wewnętrznej odpowiada wzrost udziałów por o najmniejszych wymiarach, widocznych jako pierwsze maksimum na wykresie rozkładu por w funkcji ich promienia. Również wartość całkowitej objętości por ulega zwiększeniu z wartości 0,316cm³/g do wartości 0,531cm³/g dla próbki PAN H1. Jednocześnie włókna o nanokompozytowe o najwyższej wytrzymałości właściwej, poddane najwyższej deformacji w etapie rozciągania, odznaczają się mniejszą wartością całkowitej objętości por – na poziomie włókien niezawierających nanododatku.

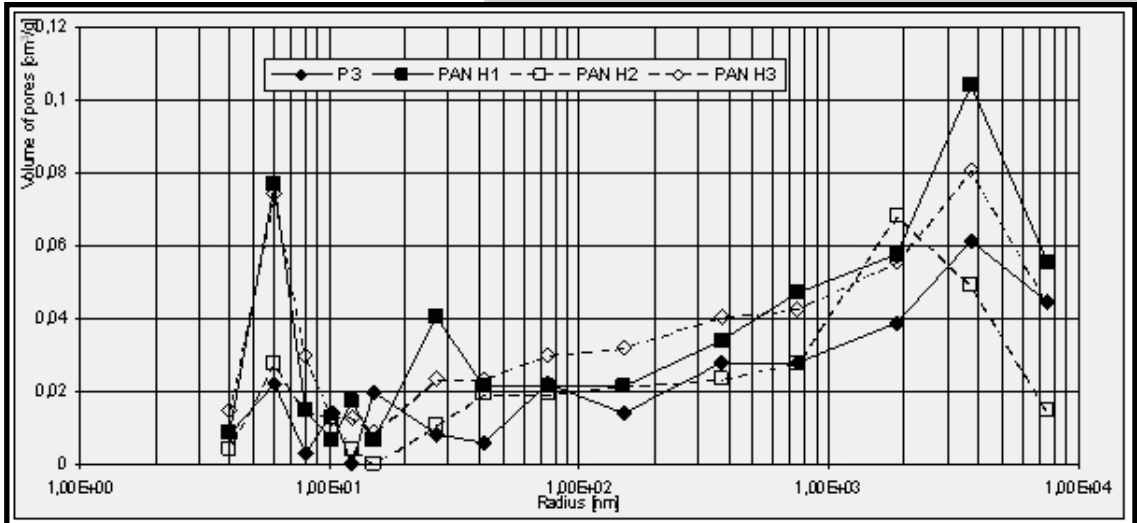
Podsumowanie

Z wprowadzeniem do tworzywa włókien PAN nanododatku HAp związane jest obniżenie ich właściwości wytrzymałościowych (w porównaniu do włókien bez nanododatku) w stopniu uzależnionym od ilości wprowadzonego nanododatku oraz wielkości nadanej deformacji w etapie rozciągania.

Poziom wytrzymałości włókien nanokompozytowych rzędu 35-38cN/tex przy porowatości dochodzącej do 0,5 m³/g jest odpowiedni do ich zastosowania jako prekursora do otrzymywania włókien węglowych. Uzyskanie z takiego prekursora włókna węglowe ze względu na obecność HAp przeznaczone będą do wytwarzania biomateriałów o właściwościach osteokondukcyjnych.

Podziękowania

Praca naukowa finansowana przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2008-2010 jako projekt badawczy (3808/B/T02/2008/35).



RYSUNEK 1. Zależność udziału objętościowego por w funkcji ich promienia.
FIGURE 1. Proportion of pores by volume as a function of their radius.

the case of fibres containing hydroxyapatite they showed a significantly greater deformability at the first stage of stretching. In the case of fibres not containing nanoadditive a larger deformation was obtained at the second stage of the stretching process. This may indicate that in the case of fibres containing hydroxyapatite, the structure of these fibres is largely already formed during the first stage of stretching. Moreover the structure is so compact that at the second stage of stretching the value of possible deformation is significantly lower than in the case of fibres not containing nanoadditive.

Analysis of the porous structure of the obtained fibres shows that the addition of hydroxyapatite to PAN fibres leads to a significant increase in the internal surface area of the fibres (from 6.578 m²/g for fibres without nanoadditive to 61.567 m²/g in the case of sample PAN H3). The increase in internal surface area corresponds to the increase in the proportion of pores of the smallest sizes, visible as the first maximum on the graph of pore distribution as a function of radius. The value of total pore volume also increased, from 0.316cm³/g to 0.531cm³/g for sample PAN H1. At the same time the nanocomposite fibres with the highest intrinsic strength, subjected to the greatest deformation at the stretching stage, have the smallest value for total pore volume – at the same level as fibres not containing nanoadditive.

Summary

The addition of HAp nanoadditive to the material of PAN fibres leads to a lowering of their strength properties (in comparison with fibres without nanoadditive) to a degree which depends on the quantity of nanoadditive and the size of the deformation applied at the stretching stage.

The strength value for nanocomposite fibres, around 35–38cN/tex, with a porosity approaching 0.5cm³/g, is appropriate for their use as a precursor for obtaining carbon fibres. The carbon fibres obtained from such a precursor will, in view of the presence of HAp, be used to produce biomaterials with osteoconductive properties.

Acknowledgements

The authors thank the Ministry of Science and Higher Education for the financial support of this work (3808/B/T02/2008/35).

Piśmiennictwo

- [1]. M. Nałęcz; Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000; tom 4 – Biomateriały, redaktorzy tomu: Stanisław Błażewicz, Leszek Stoch; Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT; Warszawa 2003
- [2]. H.F. Morris, S. Ochi; Hydroxyapatite coated implants: a case for their use; Journal of oral and maxillofacial surgery; Volume 56, Issue 11 (1998) 1303-1311
- [3]. T. Mikołajczyk, S. Rabiej, M. Boguń; Analysis of the structural parameters of polyacrylonitrile fibers containing nanohydroxyapatite; Journal of Applied Polymer Science, Vol. 101 (2006) 760-765
- [4]. T. Mikołajczyk, M. Boguń, S. Rabiej; comparative analysis of the structural parameters and strength properties of polyacrylonitrile fibers containing ceramic nanoadditives; Journal of Applied Polymer Science; Vol. 105 (2007) 2346-2350

References

- [5]. I. Rajzer, E. Menaszek, M. Błażewicz; Carbon fibers for medical application; MEDTEX 2005: textiles for medical and therapeutic applications; biomaterials, their structure and applications; bioactive and biodegradable fibers: V international scientific conference: Łódź, 28-29 November 2005: proceedings Polish Textile Association. - [Łódź, 2005]. S. 154-155
- [6]. T. Mikołajczyk, G. Szparaga, G. Janowska; Polymers for Advanced Technologies; Influence of silver nano-additive amount on the supramolecular structure, porosity, and properties of polyacrylonitrile precursor fibers; Published online 2009.

WSTĘPNA OCENA BIOLOGICZNA KOMPOZYTÓW POLIOKSYMETYLEN/NANOSREBRO

MAGDALENA ZIĄBKA^{1*}, ANNA MERTAS², WOJCIECH KRÓL², JAN CHŁOPEK¹

¹AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI, KATEDRA BIOMATERIAŁÓW, AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

²ŚLĄSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY W KATOWICACH, KATEDRA I ZAKŁAD MIKROBIOLOGII I IMMUNOLOGII, UL. JORDANA 19, 41-808 ZABRZE

*MAILTO: ZIABKAM@GMAIL.COM

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę morfologiczną i biologiczną kompozytu polioksymetylen/nanocząstki srebra otrzymanego w procesie wytłaczania i wtrysku. Badania komórkowe przeprowadzono metodą bezpośredniego kontaktu. Na podstawie zmian w morfologii komórek (fibroblasty mysie 3T3 Balb), ich przeżywalności i zdolności do proliferacji oceniono stopień toksyczności materiałów. Wykorzystując technikę osadzania powierzchniowego przeprowadzono badania oceny aktywności przeciwbakteryjnej wobec bakterii Gram-dodatnich – Staphylococcus aureus i Gram-ujemnych – Escherichia coli. Przeprowadzone badania komórkowe pokazały, że zarówno czysty polioksymetylen jak i modyfikowany nanosrebrem nie posiadają działania cytotoksycznego. Testy aktywności bakteriobójczej dowiodły natomiast, że materiały modyfikowane nanosrebrem wykazują niewielkie działanie bakteriobójcze wobec badanych bakterii.

Słowa kluczowe: nanokompozyty, polioksymetylen, nanosrebro, bakteriobójczość, cytotoksyczność [Inżynieria Biomateriałów, 89-91, (2009), 197-200]

PRELIMINARY BIOLOGICAL EVALUATION OF POLYOXYMETHYLENE/NANOSILVER COMPOSITES

MAGDALENA ZIĄBKA^{1*}, ANNA MERTAS², WOJCIECH KRÓL², JAN CHŁOPEK¹

¹AGH-UST, FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS, DEPARTMENT OF BIOMATERIALS, 30 MICKIEWICZA AV., 30-059 KRAKOW, POLAND

²MEDICAL UNIVERSITY OF SILESIA - KATOWICE, CHAIR AND DEPARTMENT OF MICROBIOLOGY AND IMMUNOLOGY, 19 JORDANA ST., 41-808 ZABRZE, POLAND

*MAILTO: ZIABKAM@GMAIL.COM

Abstract

This paper presents morphological and biological evaluation of polyoxymethylene / silver nanoparticle composite produced in extrusion and injection moulding. Studies of cellular interactions were performed using direct contact method. The toxicity rate of materials was assessed on the basis of changes in cellular morphology (mouse fibroblasts 3T3 Balb), cell survivability and proliferation rates. Antibacterial activity against Gram-positive – Staphylococcus aureus and Gram-negative – Escherichia coli bacteria was evaluated by means of surface deposition method. In studies of cellular interactions, both, pure polyoxymethylene and nanosilver-modified polyoxymethylene produced no cytotoxicity. Also, nanosilver-modified materials showed slight bactericidal activity against the tested bacteria.

Keywords: nanocomposites, polyoxymethylene, nanosilver, bactericidal, cytotoxicity [Engineering of Biomaterials, 89-91, (2009), 197-200]